

**PEMANFAATAN CITRA SATELIT UNTUK IDENTIFIKASI  
TINGKAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS***

**SETIA DARMAWAN AFANDI**



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**

## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Pemanfaatan Citra Satelit untuk Identifikasi Tingkat Perubahan Tutupan Lahan dengan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2014

*Setia Darmawan Afandi*  
NIM G64100013

## ABSTRAK

SETIA DARMAWAN AFANDI. Pemanfaatan Citra Satelit untuk Identifikasi Tingkat Perubahan tutupan lahan dengan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means*. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan LILIK BUDI PRASETYO.

Penelitian ini membahas tentang pemanfaatan citra satelit untuk identifikasi tingkat Perubahan Tutupan Lahan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Tutupan lahan adalah perwujudan fisik objek-objek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap objek-objek tersebut. *Clustering* merupakan metode mengelompokkan suatu objek ke dalam sejumlah kelompok (*cluster*) yang sesuai. Sedangkan, *Fuzzy C-Means* merupakan teknik *clustering* yang tiap-tiap data ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Pada penelitian ini, digunakan data MODIS EVI 250 m pada tahun 2000 dan 2012 untuk mengidentifikasi tingkat perubahan tutupan lahan pada pulau Jawa. MODIS EVI merupakan salah satu produk dari citra MODIS yang mampu mendeteksi vegetasi berdasarkan kelajuan fotosintesis dan kerapatan vegetasi. Jumlah *cluster* yang digunakan adalah sebanyak 13 *cluster*.

Penelitian ini berhasil mengelompokkan tutupan lahan berdasarkan nilai EVI seperti kelompok daerah yang memiliki nilai EVI tinggi (hutan, perkebunan, savana), sedang (daerah pertanian), maupun rendah (perkotaan, perairan, daerah tambang), tetapi sulit untuk mengelompokkan *land cover* secara lebih detail. Hal ini disebabkan nilai EVI yang hanya dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi.

Kata kunci: *Fuzzy C-Means*, MODIS, *Remote sensing*, Tutupan lahan

## ABSTRACT

SETIA DARMAWAN AFANDI. Satellite Imagery Data for Land Cover Changes Identification Based On Fuzzy C-Means Method Supervised by YENI HERDIYENI and LILIK BUDI PRASETYO.

The research is deal with application of satellite imagery data for land cover changes identification based on Fuzzy C-Means method. Land cover is the physical manifestation of objects that cover the land regardless of human activities. Clustering is a method to classify objects into related groups (clusters). While, Fuzzy C-Means clustering is a technique that each data is determined by the degree of membership. In this research, the data used are MODIS EVI 250 m in 2000 and 2012 of Java island. MODIS EVI is one of kind MODIS image which is able to detect vegetation based on photosynthesis rate and vegetation density. The number of clusters used were 13 clusters.

This research had succeeded to classify land cover into 3 groups based on the value of EVI such as areas who had a high EVI values (forests, plantations, savanna), moderate values (agricultural area), and low values (urban, pond, mining areas, etc). However, the technique could not identify into more detail classification. Due to the fact that EVI value is only influenced by photosynthesis rate and vegetation density.

Keywords: Fuzzy C-Means, Land Cover, MODIS, Remote sensing

**PEMANFAATAN CITRA SATELIT UNTUK IDENTIFIKASI  
TINGKAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS***

**SETIA DARMAWAN AFANDI**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**

Penguji : Hari Agung Adrianto, S.Kom, MSi

Judul Skripsi : Pemanfaatan Citra Satelit untuk Identifikasi Tingkat Perubahan Tutupan  
Lahan dengan Menggunakan Metode *Fuzzy C-means*

Nama : Setia Darmawan Afandi

NIM : G64100013

Disetujui oleh

Dr Yeni Herdiyeni, SSi MKomp  
Pembimbing I

Prof Dr Ir Lilik Budi Prasetyo, MSc  
Pembimbing II

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom  
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2013 ini adalah Pemanfaatan Citra Satelit untuk Identifikasi Tingkat Perubahan Tutupan Lahan dengan Menggunakan *Fuzzy C-means*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr Yeni Herdiyeni, SSi MKomp dan Bapak Prof Dr Ir Lilik Budi Prasetyo, MSc selaku komisi pembimbing. Ucapan terima kasih juga kepada bapak, ibu, dan seluruh keluarga, atas segala doa dan dukungannya, serta kepada teman-teman Ilmu Komputer 47 dan semua pihak yang terkait langsung maupun tidak atas dukungannya selama penelitian ini dilakukan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2014

*Setia Darmawan Afandi*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
<i>Remote Sensing</i>	2
Karakteristik data MODIS dan indeks vegetasi	3
Wavelet	3
Fuzzy C-Means	4
METODE	5
Data Penelitian	5
Tahapan Penelitian	6
Pengambilan Data	6
<i>Preprocessing</i> Data	6
Reduksi Ciri Citra	7
<i>Clustering</i>	7
Evaluasi	7
Lingkungan Pengembangan	7
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Pengambilan Data	8
<i>Preprocessing</i> Data	8
Reduksi Ciri Citra	8
<i>Clustering</i>	8
Evaluasi	15
KESIMPULAN DAN SARAN	15
Kesimpulan	15



Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN	17
RIWAYAT HIDUP	19

## DAFTAR TABEL

1	Penjelasan <i>cluster Wavelet</i> level 1	10
2	Penjelasan <i>cluster Wavelet</i> level 2	10
3	Nilai EVI setiap cluster	12
4	Luas area setiap <i>cluster</i> pada citra <i>Wavelet</i> level 2	13
5	Luas area pada referensi	14

## DAFTAR GAMBAR

1	Pulau Jawa dan alokasi daerah hutan	5
2	Diagram alur penelitian	6
3	Hasil <i>clustering</i> citra <i>Wavelet</i> level 1	9
4	Hasil <i>clustering</i> citra <i>Wavelet</i> level 2	9
5	Waktu komputasi proses <i>clustering</i>	11
6	Grafik luas area hutan	14

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Citra hasil <i>clustering Wavelet</i> level 1 tahun 2000 dan 2012	17
2	Citra hasil <i>clustering Wavelet</i> level 2 tahun 2000 dan 2012	18

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan menjadi salah satu kunci dari berbagai permasalahan lingkungan seperti degradasi lahan, hilangnya keanekaragaman hayati, kelestarian lingkungan, ketahanan Pangan dan lain-lain. Penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan, sedangkan tutupan lahan adalah perwujudan fisik objek-objek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap objek-objek tersebut. (Lillesand dan Kiefer 1997).

Seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat. Berbagai permasalahan mengenai perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan mulai muncul, seperti hutan Indonesia yang mengalami penyusutan yang sangat mengkhawatirkan. Hal ini seiring dengan perubahan hutan menjadi kawasan-kawasan lain seperti kawasan industri, pemukiman, perkebunan, pertambangan dan lain-lain atau biasa disebut deforestasi. Hal ini mengakibatkan berbagai permasalahan dibidang kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati. Di samping itu, penyusutan daerah pertanian yang disebabkan perubahan daerah pertanian menjadi kawasan pemukiman dan lain-lain mengancam terjadinya permasalahan ketahanan pangan di masa yang akan datang.

Berdasarkan kondisi tersebut, pemantauan tutupan lahan menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam manajemen lahan dan tata ruang. Proses pemantauan tutupan lahan memiliki banyak metode. Pemantauan tutupan lahan dengan menggunakan sistem pengukuran lapang memerlukan waktu dan biaya yang sangat besar. Untuk itu diperlukan suatu metode yang cepat dan akurat.

Pembangunan sistem yang mampu mendeteksi tingkat perubahan tutupan lahan dengan memanfaatkan data citra satelit merupakan salah satu metode pemantauan tutupan lahan yang mampu memberikan informasi dengan cepat dan akurat. Data yang digunakan adalah data *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Enhanced Vegetation Index* (MODIS EVI). MODIS EVI merupakan salah satu produk dari citra MODIS yang mampu mendeteksi vegetasi berdasarkan kelajuan fotosintesis dan kerapatan vegetasi. Data MODIS memiliki 3 macam resolusi spasial yaitu 250 m, 500 m, dan 1 km (Lillesand dan Kiefer 1997). Di samping itu, resolusi temporal dalam skala harian memungkinkan sistem untuk dikembangkan dalam bentuk *real time system*.

Adapun beberapa penelitian yang terkait diantaranya, dilakukan pengelompokan tutupan lahan berdasarkan vegetasi-vegetasi yang ada di daerah pulau Jawa pada tahun 2000 sampai 2009 berdasarkan perbedaan spektral yang dipantulkan dari setiap obyek pada citra dengan menggunakan *K-Means Clustering* dengan tingkat akurasi 80.16% (Setiawan *et al.* 2011). Penelitian tersebut dikembangkan lebih lanjut lagi pada tahun 2013 dengan mengidentifikasi tingkat perubahan daerah tutupan hutan di daerah pulau Jawa pada tahun 2000 sampai 2009 dengan tingkat akurasi sebesar 50.34% (Setiawan *et al.* 2013). Pada penelitian ini lakukan identifikasi tingkat perubahan tutupan lahan berdasarkan tingkat vegetasi di daerah Jawa pada tahun 2000 dan 2012 dengan menggunakan

metode *Fuzzy C-Means*. Pemilihan metode *Fuzzy C-Means* dikarenakan nilai EVI bukan himpunan tegas (*crisp*) dalam menentukan jenis tutupan lahan sehingga dibutuhkan derajat keanggotaan.

### **Perumusan Masalah**

Pemantauan tutupan lahan merupakan salah satu hal yang sangat penting seiring dengan perubahan penggunaan lahan yang sangat mengkhawatirkan. Akan tetapi, diperlukan metode yang tepat agar proses pemantauan lebih efektif dan efisien.

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan pemanfaatan citra satelit untuk mengidentifikasi tingkat perubahan tutupan lahan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dengan wilayah data adalah pulau Jawa. Adapun jenis data yang digunakan adalah data MODIS EVI dengan periode data dari tahun 2000 dan 2012.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat perubahan tutupan lahan dengan memanfaatkan citra satelit.

### **Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu membantu berbagai pihak untuk memperoleh informasi mengenai tingkat perubahan tutupan lahan di daerah pulau Jawa.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi:

1. Data yang digunakan adalah data satelit *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Enhanced Vegetation Index* (MODIS EVI).
2. Periode data adalah tahun 2000 dan 2012.
3. Data yang akan diambil hanya wilayah pulau Jawa.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### ***Remote Sensing***

*Remote sensing* adalah teknik dan seni untuk memperoleh informasi mengenai sebuah objek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dari alat yang tidak bersentuhan langsung dengan objek, area, atau fenomena yang sedang diamati (Lillesand dan Kiefer 1997). Prinsip dasar dari *remote sensing* adalah perekaman informasi dari suatu sensor dengan sumber tenaga seperti tenaga matahari, distribusi energi elektromagnetik, dan lain-lain. Radiasi yang dipancarkan oleh sumber energi tersebut akan dipantulkan kembali oleh

permukaan bumi dan atmosfer dalam bentuk *reflectance* permukaan. Setiap objek memiliki karakteristik tertentu untuk setiap saluran spektral sehingga setiap objek dapat dikenali perbedaannya (Lillesand dan Kiefer 1997).

Citra yang dihasilkan dari *remote sensing* dapat dibedakan berdasarkan resolusinya. Ada 3 macam resolusi sebagai ukuran daya pisah pada citra yaitu resolusi spektral, resolusi spasial, dan resolusi temporal. Resolusi spektral adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi (objek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektral. Resolusi spasial adalah ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan (Lillesand dan Kiefer 1997).

### Karakteristik data MODIS dan indeks vegetasi

Citra *Moderate Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan salah satu tipe data dari citra satelit. Data MODIS memiliki jarak pandang nyata sebesar 2330 km dan tersedia setiap satu hingga dua hari. Data MODIS memiliki 36 *spectral band* dan memiliki tiga resolusi spasial yaitu 250 m, 500 m, dan 1000 m. Dengan spesifikasi tersebut, data MODIS mampu menyediakan banyak informasi tentang keadaan permukaan bumi, laut, dan atmosfer (Schowengerdt 2006).

Indeks vegetasi adalah angka yang diperoleh dari beberapa kombinasi *band* (panjang gelombang) citra dan memiliki hubungan terhadap karakteristik yang ada dalam suatu *pixel* citra. Gelombang indeks vegetasi diperoleh dari energi yang dipancarkan oleh vegetasi pada citra penginderaan jauh untuk menunjukkan ukuran kehidupan dan jumlah tanaman (Huete *et al.* 1997). *Enhanced Vegetation Index* (EVI) adalah salah satu transformasi vegetasi yang diperoleh dari perbandingan reflektansi kanal merah, biru dan *infrared* dekat sensor MODIS (Lillesand dan Kiefer 1997). Adapun rumus dari EVI adalah

$$EVI = G \frac{\rho_{nir}^* - \rho_{red}^*}{\rho_{nir}^* + C_1 \rho_{red}^* - C_2 \rho_{blue}^* + L} (1 + L)$$

$\rho_{nir}^*$ ,  $\rho_{red}^*$ , dan  $\rho_{blue}^*$  merupakan nilai reflektan dari *near infrared*, merah, dan biru, L merupakan faktor pengaruh tanah dengan nilai 1.0. Variabel  $C_1$  dan  $C_2$  merupakan faktor koreksi terhadap atmosfer dengan nilai koefisien 6.0 dan 7.5. Sedangkan, G merupakan *gain factor* dengan nilai 2.5 (Huete *et al.* 1997)

Besar kecilnya nilai EVI sangat dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi pada suatu wilayah. Hal ini dikarenakan, tumbuhan akan memantulkan gelombang *near infrared* dan gelombang *green* serta menyerap gelombang *red* dan gelombang *blue*. Dilihat dari formula EVI yang sudah dijelaskan sebelumnya. Jika vegetasi pada suatu wilayah sangat tinggi, nilai gelombang *near infrared* dan gelombang *green* akan sangat besar sedangkan gelombang *red* dan gelombang *blue* akan sangat kecil sehingga menyebabkan nilai EVI sangat besar.

### Wavelet

*Wavelet* adalah teknik matematika untuk fungsi dekomposisi secara hierarki. *Wavelet* berasal dari dari sebuah fungsi *scaling* (Stollnitz 1995). *Wavelet* dapat

digunakan untuk reduksi citra, mengurangi *noise*, dan deteksi tepi. Prinsip kerja semua transformasi *wavelet* adalah menggunakan nilai rata-rata dari nilai-nilai input dan menyediakan semua informasi (citra detail) yang diperlukan agar dapat mengembalikan input ke nilai semula. Untuk mengembalikan input ke nilai semula, diperlukan nilai selisih (*differencing*) dan nilai rata-rata (*averaging*) (McAndrew 2004).

Basis *Wavelet* merupakan berbagai jenis *Wavelet* dari keluarga *Wavelet* (*Wavelet families*) yang memiliki ciri khas dan sifat tertentu yang merupakan identitas dari *wavelet* tersebut. Nama-nama basis *wavelet* cukup banyak seperti *Haar*, *Daubechies*, *Coiflets*, *Symlets*, *Meyer*, *Morlet*, dan sebagainya (Stollnitz 1995).

Proses dekomposisi *Haar* menerapkan *bank filter*  $h_0 = h_1 = 1 / \sqrt{2}$  sebagai koefisien *low-pass* yang menghasilkan citra pendekatan, dan  $g_0 = 1 / \sqrt{2}$ ,  $g_1 = -1 / \sqrt{2}$  sebagai koefisien *high-pass* yang menghasilkan citra detail. Hasil dekomposisi *haar* dapat dihitung menggunakan rumus

$$a_i = \frac{s_i + s_{i+1}}{2}$$

dan

$$c_i = s_i - a_i$$

Variabel  $a_i$  merupakan koefisien pendekatan,  $c_i$  merupakan koefisien detail, dan  $s_i$  adalah himpunan bilangan yang akan didekomposisi. Citra hasil dekomposisi akan berukuran seperempat dari ukuran citra yang sebenarnya

### Fuzzy C-Means

*Fuzzy clustering* merupakan salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar vektor. *Fuzzy C-Means (FCM)* merupakan teknik *clustering* yang tiap-tiap data ditentukan oleh derajat keanggotaannya. (Duda *et al.* 2001). Derajat keanggotaan merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kesesuaian terhadap suatu *cluster*. Adapun algoritma dari *Fuzzy C-means* adalah

- 1 Tetapkan matriks partisi  $\mu f(c)$  awal sembarang
- 2 Tetapkan nilai  $w > 1$  (misalnya  $w=2$ )
- 3 Tetapkan nilai faktor koreksi dengan nilai sangat kecil (misalnya  $Eps = 0.01$ )
- 4 Tetapkan nilai maksimum iterasi (misalnya 500 iterasi)
- 5 Tetapkan nilai fungsi objektif awal ( $P_t(c)$ ) secara *random*
- 6 Tambahkan iterasi:  $t = t + 1$
- 7 Hitung pusat vektor tiap *cluster* untuk matrik partisi tersebut sebagai berikut:

$$v_{fi} = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w u_k}{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w}$$

8 Modifikasi tiap-tiap nilai keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{ik}(y_k) = \left[ \sum_{g=1}^c \left( \frac{|u_k - v_{fi}|^2}{|u_k - v_{gi}|^2} \right)^{1/(w-1)} \right]^{-1}$$

9 Modifikasi matriks partisi

10 Hitung fungsi objektif:

$$P_t(c) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^w |Y_k - V_{fi}|^2$$

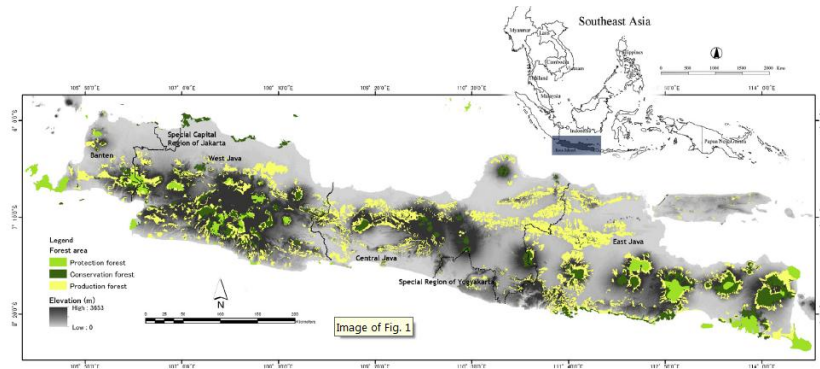
11 Cek kondisi untuk berhenti

## METODE

### Data Penelitian

Pulau Jawa terletak di tepi selatan kepulauan Indonesia dan terdiri dari area seluas 132 792 km<sup>2</sup>. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, luas daerah Jawa hanya 7% dari total daratan Indonesia. Akan tetapi, jumlah penduduk di pulau Jawa menyumbang hampir 70% dari total penduduk Indonesia dengan tingkat kepadatan sekitar 1 026 jiwa/km<sup>2</sup>. Adapun gambaran dari pulau Jawa dapat dilihat pada Gambar 1.

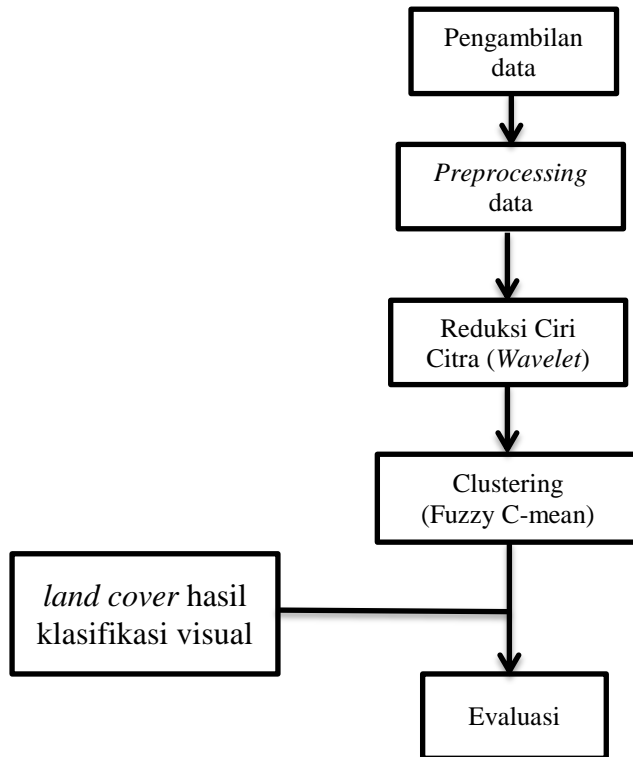
Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit MODIS EVI tahun 2000 dan 2012 yang telah di-*composite* 16 hari (NASA 2000)



Gambar 1 Pulau Jawa dan alokasi daerah hutan (Setiawan *et al.* 2013)

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini dikembangkan dengan metode yang terdiri atas beberapa tahap yaitu: pengambilan data, preprocessing data, reduksi ciri citra, *clustering* dan evaluasi. Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alur penelitian

#### Pengambilan Data

Data yang akan digunakan adalah data satelit MODIS EVI dengan ekstensi file adalah *hdf* (NASA 2000). MOD13Q1 merupakan salah satu data produk yang dihasilkan oleh NASA khusus untuk indeks vegetasi. Data ini disediakan setiap 16 hari dengan resolusi spasial 250 m. Pada penelitian ini cakupan wilayah yang akan dianalisis adalah daerah pulau Jawa dengan periode data pada tahun 2000 dan 2012. Untuk mendapatkan citra pulau Jawa, dibutuhkan 2 data *hdf* dengan koordinat V29-H28 dan V29-H29. Adapun jumlah data yang diunduh sebanyak 40 data pada tahun 2000 dan 46 data pada tahun 2012

#### Preprocessing Data

Pada tahap *preprocessing* data, proses perubahan nilai *pixel* dari nilai spektral menjadi nilai EVI tidak perlu lagi dilakukan karena produk MOD13Q1 sudah secara otomatis memiliki nilai EVI. Data yang telah diunduh dengan ekstensi *hdf* diubah menjadi *geotif* dengan *MODIS Reprojection Tools (MRT)*.



Tipe proyeksi yang digunakan adalah UTM dengan skala 1 *pixel*: 250 meter. Langkah selanjutnya adalah melakukan *cropping* agar proses *clustering* terfokus pada daerah pulau Jawa saja. Selanjutnya, menggabungkan 23 citra dalam satu tahun menjadi satu data citra dengan proses *average composite*. *Average composite* merupakan proses pengambilan nilai rata-rata EVI setiap *pixel* dari beberapa data citra, sehingga dari 43 total data yang digunakan akan dihasilkan 2 data citra.

### **Reduksi Ciri Citra**

Setelah dihasilkan 1 citra pada tahun 2000 dan 1 citra pada tahun 2012. Tahap selanjutnya adalah mereduksi ciri citra dengan menggunakan *Wavelet*. Selain berfungsi untuk mereduksi citra, *Wavelet* juga berfungsi untuk mengurangi *noise* pada citra. Adapun jenis *Wavelet* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Wavelet Haar*. Untuk mendapatkan ciri yang optimal dilakukan pengujian *Wavelet* dengan menggunakan 2 level yaitu level 1 dan level 2.

### **Clustering**

Setelah dilakukan reduksi citra, tahapan selanjutnya adalah *clustering*. Proses *clustering* pada penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means (FCM)*. Pada proses *clustering*, dikelompokkan daerah tutupan lahan berdasarkan nilai EVI. Untuk proses penentuan label dari hasil *clustering* dilakukan berdasarkan data *land cover* hasil klasifikasi visual dari Badan Planologi, Departemen Kehutanan. Setelah ditentukan daerah tutupan lahan, akan dibandingkan data pada tahun 2012 dengan data pada tahun 2000 untuk mendapatkan daerah yang mengalami perubahan.

### **Evaluasi**

Proses evaluasi pada penelitian ini adalah membandingkan hasil dari penelitian ini dengan data *land cover* hasil klasifikasi visual dari Badan Planologi, Departemen Kehutanan. Di samping itu evaluasi juga dilakukan dengan membandingkan hasil pada *Wavelet* level 1 dengan *Wavelet* level 2

## **Lingkungan Pengembangan**

Penelitian ini akan dikembangkan pada lingkungan dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Sistem operasi : Microsoft® Windows XP/Vista/7/8
- Scripting Language : C++/OpenCV2.2
- Compiler : codeblock 13.12

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengunduh data citra MODIS EVI (NASA 2000). Adapun kode data yang digunakan pada penelitian ini adalah MOD13Q1 dengan koordinat V29-H28 dan V29-H29 dengan cakupan wilayah pulau Jawa. Data yang diunduh sebanyak 86 data berekstensi *hdf* dengan *size* 5.56 GB yang terdiri dari 40 data tahun 2000 dan 46 data tahun 2012.

### Preprocessing Data

Pada tahap *preprocessing* data, dilakukan konversi data yang berekstensi *hdf* menjadi *geotif* dengan menggunakan *MODIS Reprojection Tools(MRT)*. Pada proses konversi digunakan tipe proyeksi UTM dengan skala 1 *pixel* : 250 m. Proses konversi menghasilkan citra yang berjumlah 20 data di tahun 2000 dan 23 data di tahun 2012 dengan dimensi citra sebesar 9 711 x 4 501. Adapun citra ini meliputi daerah pulau Jawa dan sebagian daerah pulau Kalimantan dan Sumatra. Proses selanjutnya dilakukan tahap *cropping* agar didapatkan citra khusus pulau Jawa. Proses *Cropping* dilakukan secara manual dengan OpenCV agar didapatkan akurasi *cropping* yang akurat dan sama di setiap citra.

Dari proses *cropping* dihasilkan citra yang memiliki dimensi 4 228 x 1 384. Proses selanjutnya melakukan rata-rata nilai *pixel* sehingga dihasilkan dua citra yaitu satu citra tahun 2000 dan satu citra tahun 2012. Proses *average composite* ini didasarkan pada sifat nilai EVI pada wilayah pertanian yang sangat fluktuatif. Pada musim tanam, nilai EVI pada daerah pertanian memiliki nilai yang sangat tinggi, hampir menyerupai nilai EVI pada daerah hutan, sedangkan pada musim panen, daerah pertanian memiliki nilai EVI yang cukup rendah sehingga untuk mengantisipasi terdeteksinya daerah pertanian sebagai daerah-daerah lain, dilakukan proses rata-rata nilai EVI.

### Reduksi Ciri Citra

Proses reduksi dilakukan untuk mengurangi waktu komputasi pada proses *clustering*. Proses reduksi ciri citra pada penelitian ini menggunakan metode *Wavelet Haar*. Hal ini dikarenakan selain berfungsi sebagai reduksi citra, *Wavelet* juga dapat mengurangi *noise* pada citra. Proses *Wavelet* dilakukan hingga level 2 agar mendapatkan ciri yang optimal sehingga dihasilkan citra dengan dimensi 2 114 x 692 pada level 1 dan 1 057 x 346 pada level 2.

### Clustering

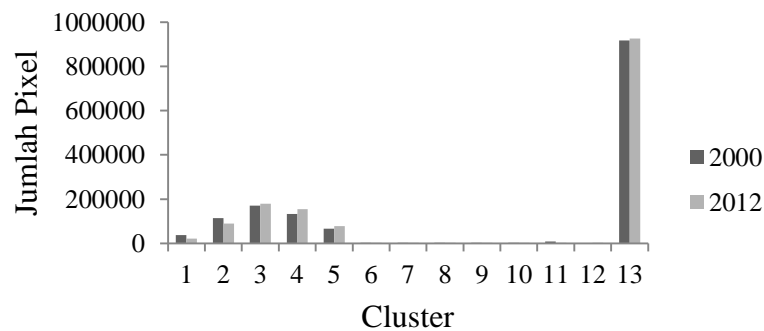
Implementasi *clustering* menggunakan FCM dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ dan OpenCV2.2. Proses *clustering* dilakukan dengan pendekatan *global-based* yang artinya proses dilakukan sekaligus tanpa

melakukan partisi pada citra. Parameter yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: iterasi sebanyak 500 kali, nilai toleransi 0.01 dan jumlah cluster 13.

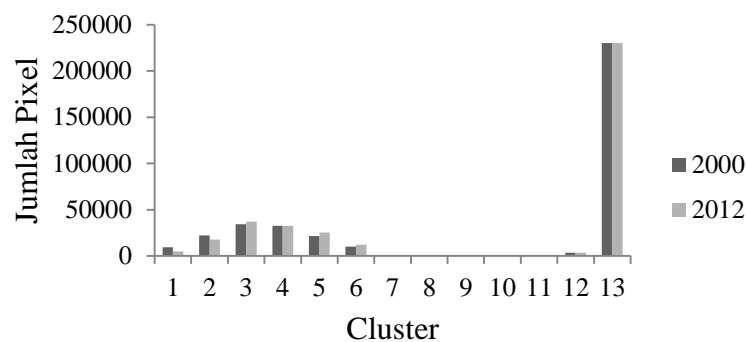
Proses *clustering* dilakukan dengan mengelompokkan nilai EVI yang telah dinormalisasi. Adapun tujuan dilakukannya normalisasi adalah untuk mengurangi waktu komputasi. Pada penelitian ini, proses *clustering* dengan data yang telah dinormalisasi mampu menghemat waktu komputasi sebesar 20%. Hasil dari *clustering* pada citra *Wavelet* level 1 dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan hasil *clustering* pada citra *Wavelet* level 2 dapat dilihat pada Lampiran 2. Adapun proses normalisasi dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$EVI_{normalisasi} = \frac{EVI_{max} - EVI}{EVI_{max} - EVI_{min}}$$

Keanggotaan dari hasil *clustering* pada citra *Wavelet* level 1 dan *Wavelet* level 2 dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Sumbu horizontal menunjukkan *cluster*, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan jumlah *pixel* yang berada pada *cluster* tersebut. Dari gambar, terlihat bahwa sedikit terjadi perbedaan keanggotaan antara citra hasil *Wavelet* level 1 dengan *Wavelet* level 2. Akan tetapi, *trend* yang dihasilkan hampir sama.



Gambar 3 Hasil *clustering* citra *Wavelet* level 1



Gambar 4 Hasil *clustering* citra *Wavelet* level 2

Tabel 1 dan Tabel 2 menjelaskan label dari setiap *cluster*. Pelabelan dilakukan dengan cara melihat peta referensi dari Badan Planologi, Departemen Kehutanan. Adapun dalam peta referensi terdapat 12 area yang meliputi daerah hutan, hutan *mangrove*, hutan rawa, savana, hutan industri, perkebunan, pertanian, perairan, pembangunan dan pemukiman, pertambangan, rawa, dan daerah lainnya. Peta referensi yang digunakan bersifat visual. Adapun teknik penentuan wilayah pada peta referensi menggunakan pengetahuan dari pakar.

Tabel 1 Penjelasan *cluster Wavelet level 1*

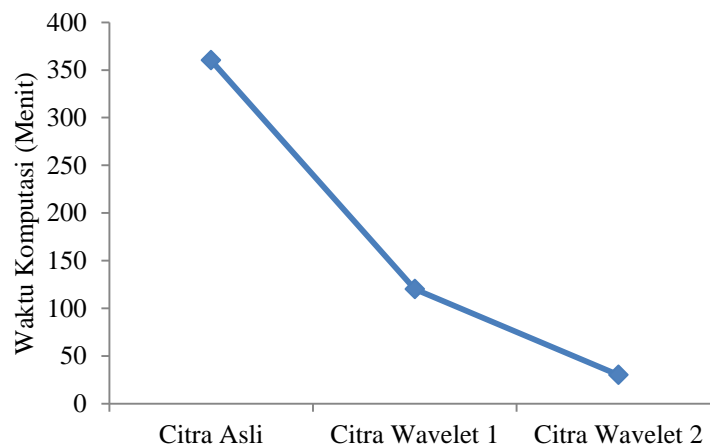
Cluster	Penjelasan
1	Daerah pembangunan dan pemukiman, daerah pertambangan, daerah perairan, dan daerah lainnya
2	Hutan industri, daerah pertanian, daerah pembangunan dan pemukiman
3	Daerah pertanian
4	Hutan industri, perkebunan, hutan, daerah pertanian
5	Hutan, hutan <i>mangrove</i> , hutan rawa, savana, perkebunan, hutan industri, daerah pertanian
6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	Boundary pulau ( <i>noise</i> )
13	Daerah laut ( <i>outlier</i> )

Tabel 2 Penjelasan *cluster Wavelet level 2*

Cluster	Penjelasan
1	Daerah pembangunan dan pemukiman, daerah pertambangan, daerah perairan, daerah lainnya
2	Daerah pertanian, daerah pemukiman dan pembangunan
3	Daerah pertanian
4	Hutan industri, daerah pertanian
5	Hutan industri, perkebunan, hutan
6	Hutan, hutan <i>mangrove</i> , hutan rawa, savana, perkebunan, hutan industri, lahan pertanian
7, 8, 9, 10, 11, 12	Boundary pulau ( <i>noise</i> )
13	Daerah laut ( <i>outlier</i> )

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 serta penjelasan setiap *cluster* pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa *Wavelet* level 2 lebih baik dibandingkan *Wavelet* level 1 karena *Wavelet* level 2 mampu mendefinisikan citra dengan lebih rinci. Hal ini dikarenakan *Wavelet* akan mereduksi citra dan mengurangi *noise* yang ada dengan cara melakukan filter terhadap nilai-nilai pixel yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Pada penelitian ini *Wavelet* akan mengurangi daerah-daerah outlier dan daerah *boundary* pulau.

Keuntungan lain dari *Wavelet* pada penelitian ini adalah mampu mengurangi waktu komputasi dengan sangat signifikan pada proses *clustering*. Gambar 5 menjelaskan tentang perbandingan waktu komputasi antara citra asli dengan citra hasil *Wavelet* level 1 dan *Wavelet* level 2. Pada citra asli, waktu komputasi pada proses *clustering* lebih kurang selama 360 menit sedangkan pada citra hasil *Wavelet* level 1 dan *Wavelet* level 2 adalah selama 120 menit dan 30 menit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada *Wavelet* level 1 terjadi pengurangan waktu komputasi sebesar 240 menit (66%) dan pada *Wavelet* level 2 terjadi pengurangan waktu sebesar 330 menit (91%)



Gambar 5 Waktu komputasi proses *clustering*

Jika dilihat pada Tabel 2, terdapat beberapa *cluster* yang memiliki label yang sama seperti daerah pertanian dan daerah hutan industri. Hal ini dikarenakan jenis daerah pertanian yang memiliki banyak variasi seperti pertanian lahan kering, pertanian lahan basah dan lain-lain. Di samping itu, perbedaan masa panen menyebabkan perbedaan laju fotosintesis dan tingkat kerapatan dari vegetasi yang menyebabkan perbedaan nilai EVI yang cukup signifikan. Di sisi lain, pada lahan hutan industri sangat dipengaruhi pada masa tumbuh, masa siap panen, dan masa pasca panen. Pada saat masa pasca panen nilai EVI sangat rendah. Hal ini dikarenakan tidak adanya proses fotosintesis yang terjadi karena vegetasi sudah tidak ada lagi. Akan tetapi, pada masa tumbuh, nilai EVI sangat tinggi karena tumbuhan yang berada pada masa pertumbuhan memiliki laju fotosintesis yang sangat tinggi, bahkan lebih tinggi dibandingkan tumbuhan yang berada pada masa siap panen.

Di samping itu, terdapat pendefinisian 1 *cluster* ke dalam beberapa wilayah yang berbeda menurut referensi. Seperti *cluster* 6 yang didefinisikan sebagai

daerah hutan, hutan *mangrove*, hutan rawa, savana, perkebunan, sebagian hutan industri, sebagian lahan pertanian. Hal ini dikarenakan Adanya kemiripan nilai EVI pada wilayah tersebut karena memiliki laju fotosintesis dan kerapatan yang hampir sama sehingga daerah-daerah tersebut didefinisikan pada *cluster* yang sama.

Pada Tabel 3 dijelaskan rentang nilai EVI pada masing-masing *cluster*. Terlihat bahwa, daerah laut atau *outlier* memiliki nilai yang paling tinggi. Hal ini dikarenakan representasi nilai pada data MOD13Q1 yang diproduksi oleh pihak NASA adalah 16 bit dengan nilai *outlier* adalah 65 536, sedangkan nilai EVI didefinisikan dari nilai 0 sampai 10 000. Daerah *boundary (Noise)* terjadi karena pada tahap *average composite*, daerah tepi pulau mengalami proses rata-rata nilai EVI dengan nilai outlier sehingga daerah tepi pulau (*boundary*) memiliki nilai yang sangat tinggi.

*Cluster 6* merupakan *cluster* yang memiliki nilai EVI sangat besar diikuti dengan *cluster 5*, *cluster 4*, *cluster 3*, *cluster 2*, dan *cluster 1*. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, besar kecilnya nilai EVI sangat ditentukan oleh kelajuan fotosintesis dan kerapatan vegetasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa *cluster 6* memiliki kelajuan fotosintesis yang tinggi dan vegetasi yang sangat banyak. Di sisi lain, pada *cluster 1* yang didefinisikan sebagai daerah pemukiman dan pembangunan, daerah pertambangan, daerah perairan memiliki vegetasi yang sangat sedikit.

Tabel 3 Nilai EVI setiap cluster

<i>Cluster</i>	Penjelasan <i>cluster</i>	Nilai EVI (Derajat Keanggotaan)
1	Daerah pembangunan dan pemukiman, daerah pertambangan, daerah perairan, daerah lainnya	1 (1) – 34 (0.43)
2	Daerah pertanian, daerah pembangunan dan pemukiman	35 (0.45) – 47 (0.6)
3	Daerah pertanian	48 (0.53) – 56 (0.66)
4	Hutan industri, daerah pertanian	57 (0.83) – 63 (0.85)
5	Hutan industri, perkebunan, hutan	64 (0.9) – 71 (0.9)
6	Hutan, hutan <i>mangrove</i> , hutan rawa, savana, perkebunan, hutan industri, daerah pertanian	72 (0.9) – 89 (0.9)
7,8,9,10,11,12	<i>Boundary</i> pulau ( <i>noise</i> )	120 (0.9) – 253 (0.9)
13	Daerah laut ( <i>outlier</i> )	254 (1) – 255 (1)

Jika dilihat pada Tabel 3 *cluster* 6 merupakan *cluster* yang memiliki nilai EVI yang sangat besar dan sebagian besar anggota wilayah ini merupakan daerah-daerah hutan, sehingga *cluster* ini didefinisikan sebagai daerah hutan. Adapun luas daerah hutan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6, sedangkan luas wilayah dari setiap *cluster* dan luas wilayah berdasarkan referensi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5. Luas area pada citra *Wavelet* level 2 dapat dihitung menggunakan rumus:

$$luas = jumlah\ pixel * 6.25\ ha * 16$$

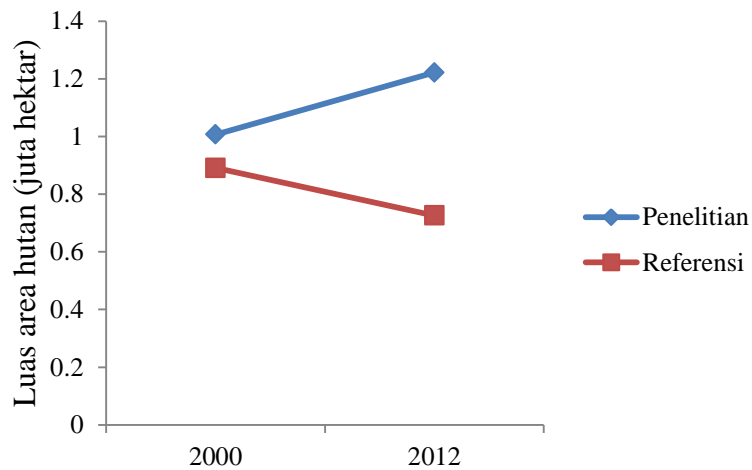
Rumus ini didasarkan pada skala citra MODIS yang digunakan adalah 1: 250 m sehingga untuk menghitung luas 1 *pixel* dapat dikalikan dengan 6.25 ha. Sedangkan perkalian dengan angka 16 didasarkan pada *Wavelet* level 2 akan mereduksi ukuran citra sebesar 1/16 dari ukuran yang sebenarnya.

Tabel 4 Luas area setiap *cluster* pada citra *Wavelet* level 2

Cluster	Luas Area (Ha)		Label
	2000	2012	
1	920 700	476 300	Daerah pembangunan dan pemukiman, daerah pertambangan, daerah perairan, daerah lainnya
2	2 199 900	1 760 600	Daerah pertanian, daerah pembangunan dan pemukiman
3	3 414 500	3 720 500	Daerah pertanian
4	3 269 300	3 258 400	Hutan industri, daerah pertanian
5	2 158 300	2 525 000	Hutan industri, perkebunan, hutan
6	1 007 900	1 222 600	Hutan, hutan <i>mangrove</i> , hutan rawa, savana, perkebunan, hutan industri, lahan pertanian
7, 8, 9, 10, 11, 12	560 800	559 400	<i>Boundary</i> pulau ( <i>noise</i> )
13	23 018 300	23 019 300	Daerah laut ( <i>outlier</i> )

Tabel 5 Luas area pada referensi

Cluster	Luas Area (Ha)	
	2000	2012
Hutan	891 803.52	726 410.92
Hutan mangrove	33 035.04	25 052.65
Hutan rawa	0.00	43.25
Savana	135 954.45	255 876.41
Hutan industri	2 600 035.20	2 185 044.82
Perkebunan	334 645.83	368 722.85
Daerah pertanian	7 948 115.28	7 121 699.98
Perairan	231 904.62	151 854.35
Daerah pembangunan	1 101 376.44	1 160 813.11
Daerah pertambangan	0.00	1 842.51
Rawa	0.00	2 659.39
Daerah lain	76 697.28	60 813.18
Daerah laut (outlier)	27 228 005.82	34 325 535.73



Gambar 6 Grafik luas area hutan

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil pada penelitian menunjukkan adanya pertambahan wilayah hutan atau reforestasi seluas 214 700 ha. Akan tetapi, data pada referensi menunjukkan bahwa terjadi pengurangan wilayah hutan atau deforestasi sebesar 165 392.60 ha. Perbedaan ini disebabkan sifat nilai EVI yang hanya bergantung pada laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi. Hal ini



menyebabkan daerah hutan yang didefinisikan pada penelitian ini meliputi daerah hutan, hutan *mangrove*, hutan rawa, savana, perkebunan, hutan industri, daerah pertanian yang memiliki nilai EVI yang hampir sama dengan daerah hutan karena memiliki laju fotosintesis yang hampir sama. Pada data referensi terjadi pertambahan daerah savana, hutan rawa dan daerah perkebunan. Di samping itu, terdapat pertambahan wilayah hutan industri yang terdeteksi sebagai daerah hutan pada penelitian. Hal ini bisa saja disebabkan beberapa daerah hutan industri sedang mengalami masa tumbuh yang menyebabkan laju fotosintesisnya sangat tinggi sehingga daerah tersebut memiliki nilai EVI yang hampir sama dengan wilayah hutan. Hal-hal ini yang menyebabkan terjadinya perbedaan *trend* antara hasil penelitian dengan data referensi.

### Evaluasi

Berdasarkan hasil pelabelan pada Tabel 2, penelitian ini berhasil mengelompokkan wilayah berdasarkan nilai EVI seperti daerah yang memiliki nilai EVI tinggi (hutan, perkebunan, savana), menengah (daerah pertanian), dan rendah (daerah pembangunan, perairan, tambang dan lain-lain). Akan tetapi, besar kecilnya nilai EVI hanya dipengaruhi laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi sehingga sulit untuk mengelompokkan daerah tutupan lahan secara lebih rinci. Di samping itu, proses *average composite* memiliki kelemahan diantaranya menghilangkan informasi tentang waktu perubahan dan sifat perubahan dari tutupan lahan tersebut sehingga pada penelitian ini tidak dapat melihat *pattern* dari perubahan tutupan lahan

Pada penelitian ini *Wavelet* mampu mereduksi ciri citra, mengurangi *noise*, dan mengurangi waktu komputasi *clustering* secara signifikan. Pada penelitian ini, *Wavelet* level 2 jauh lebih baik dibandingkan *Wavelet* level 1 karena mampu mengurangi *noise* lebih baik dan mampu mengurangi waktu komputasi sebesar 91%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengelompokkan beberapa wilayah berdasarkan indeks vegetasinya dengan menggunakan metode *Fuzzy C-means* seperti daerah yang memiliki nilai EVI tinggi (hutan, perkebunan, savana), menengah (daerah pertanian), dan rendah (daerah pembangunan, perairan, tambang dan lain-lain). Akan tetapi, sulit untuk menentukan daerah tutupan lahan dengan menggunakan data MODIS EVI. Hal ini dikarenakan sifat nilai EVI yang hanya dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi, sehingga daerah-daerah yang memiliki laju fotosintesis dan kerapatan yang sama akan terdeteksi sebagai daerah yang sama. Sebagai contoh savanna, perkebunan dan daerah lain yang memiliki laju fotosintesis yang hampir sama dengan daerah hutan, sehingga akan terdeteksi sebagai daerah yang sama.

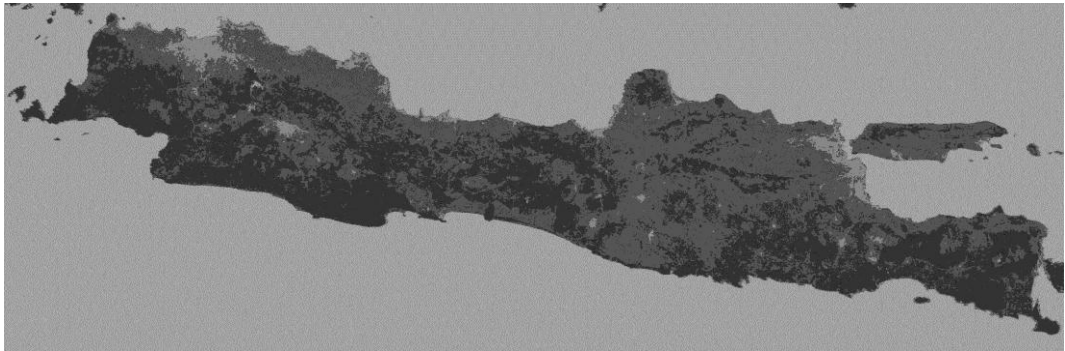
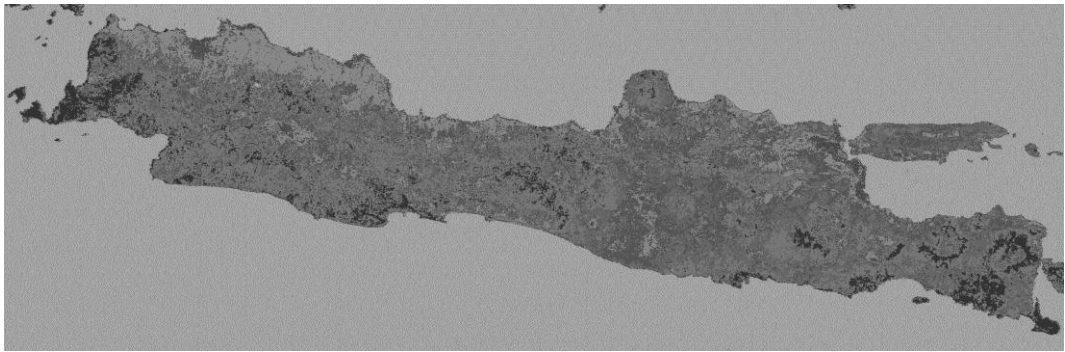
## Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan cara mendeteksi daerah tutupan lahan berdasarkan sifat perubahan daerah tutupan lahan (*pattern* perubahan tutupan lahan) dengan menggunakan data *time series* tanpa melakukan *average composite*. Hal ini dikarenakan pengelompokan tutupan lahan berdasarkan nilai EVI saja tidak cukup efektif dikarenakan sifat dari EVI yang hanya dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan kerapatan vegetasi saja.

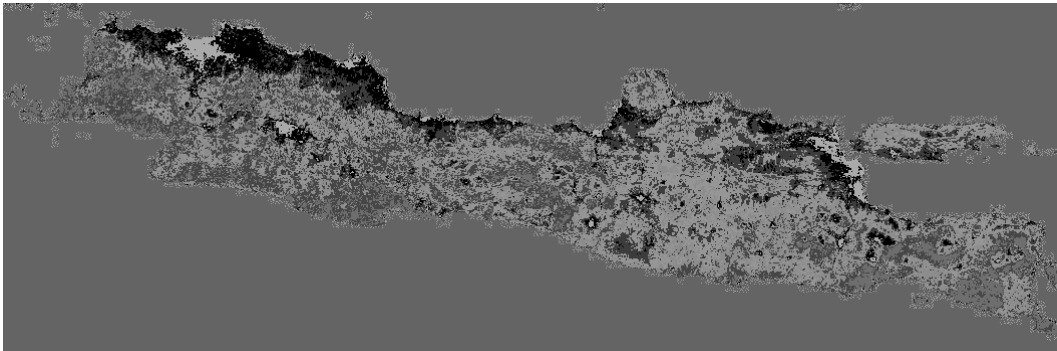
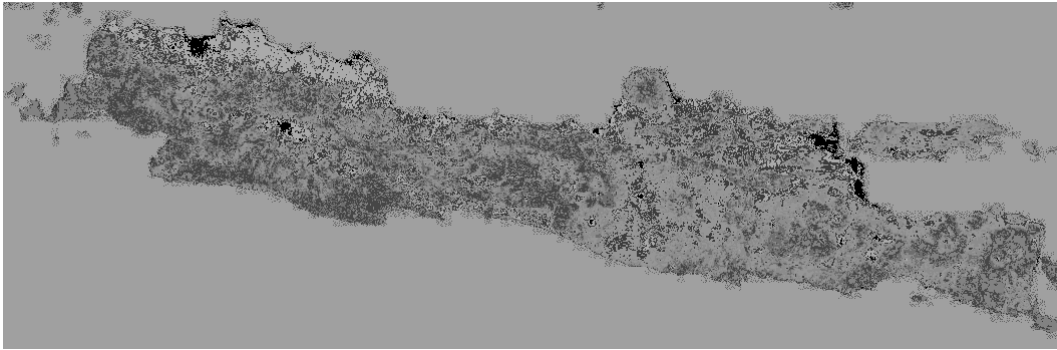
## DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan Y, Yoshino K, Philpot WD. 2011. *Characterizing Temporal Vegetation Dynamics of Land Use in Regional Scale of Java Island, Indonesia*. J.Land Use Sci.iFirst, 1-30
- Setiawan Y, Yoshino K, Prasetyo LB. 2013. *Characterizing the Dynamics Change of Vegetation Cover on tropical Foretlands Using 250 m multi – temporal MODIS EVI*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 26: 132–144
- Lillesan TM, Kiefer RW.1997. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York (US): John Wiley & Sons, Inc
- Schowengerdt RA.2006. *Remote Sensing (Third Edition) :Models and Methods for Image Processing*. California (US): Elsevier Inc
- Duda RO, Hart PE, Stork DK. 2001. *Pattern Clasification Second Edition*. New York (US): John Wiley & Son
- Stollnitz EJ. 1995. *Wavelet for Computer Graphics: A Primer Part 1*. University of Washington [internet]. [diunduh 2013 Jun 10]. Tersedia dari: <http://grail.cs.washington.edu/projects/wavelets/article/wavelet1.pdf>
- McAndrew. 2004. *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab*. New York (US) : Thomson Course Technology.
- [NASA] National Aeronautics and Space Administration. 2000. MOD13Q1 [internet]. [diunduh 2013 Feb 14]. Tersedia dari: <ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/allData/5/MOD13Q1/>
- Huete AR, Liu HQ, Batchily K, Leeuwen VW. 1997. *A Comparison of Vegetation Indices over a Global Set of TM Images for EOS MODIS, Remote Sensing of Environment*, 59, 440–451.

Lampiran 1 Citra hasil *clustering Wavelet* level 1 tahun 2000 dan 2012



Lampiran 2 Citra hasil *clustering Wavelet* level 2 tahun 2000 dan 2012



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir pada tanggal 17 Maret 1992 di Tanjung pati, Sumatera Barat, dari pasangan Suardi dan Erdawati. Pada tahun 2010, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Kecamatan Harau dan diterima sebagai mahasiswa di Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI).

Selama menjadi mahasiswa, penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Sistem Informasi (2013-2014) di Departemen Ilmu Komputer. Pada tahun 2013, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Departemen Ilmu Komputer IPB selama 35 hari kerja. Selama perkuliahan, penulis juga aktif dalam berbagai organisasi diantaranya Badan Eksekutif mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (BEM FMIPA), Maestro Muda Indonesia, Dewan Perwakilan Mahasiswa IPB (DPM IPB), International Association of Agricultural Students (IAAS) .